

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ПОИСКА ОБЪЕКТОВ

Предложена модель оценки обстановки на основе анализа изображений, которая позволяет нам реализовать подход объектно-ориентированного представления и обработки изображений и показывает, что использование данного подхода не только обеспечивает сжатие изображений, но и сокращает время оценки обстановки, что позволяет вести обработку в реальном масштабе времени.

объектно-ориентированное представление, обработка изображений

Введение

В настоящее время существует ряд основных задач, целью которых является целенаправленный поиск объектов по заданным характеристикам и свойствам. Одним из приложений является мониторинг участков земной поверхности (например, контроль состояния нефтепроводов). Наиболее перспективным является представление результатов мониторинга в виде изображений [1]. Данный факт определяется тем, что зрительный анализатор человека принимает 80% всей поступающей информации. Поэтому на данный момент актуальной является задача разработки новых теоретических подходов к предоставлению изображений, учитывающих темп проведения мониторинга и характеристики систем передачи данных [2].

Основная часть

При построении модели представления изображений учитывают тот факт, что процесс мониторинга осуществляется в интерактивном режиме между системой обработки изображений и человеком-оператором.

На рис. 1 представлена модель взаимодействия человека с системой представления и обработки изображений.

Данная модель включает в себя следующие составляющие:

- обработка изображений в системе и представления;
- оценка изображения человеком-оператором с целью.

В процессе взаимодействия человека с системой по результатам оценки изображения возможны два варианта действий:

1. При достаточном информационном содержании и степени детализации представления изображения является основанием для принятия решения.

2. При отсутствии достаточной информации формируется управляющее воздействие на уточнение области представления изображений.

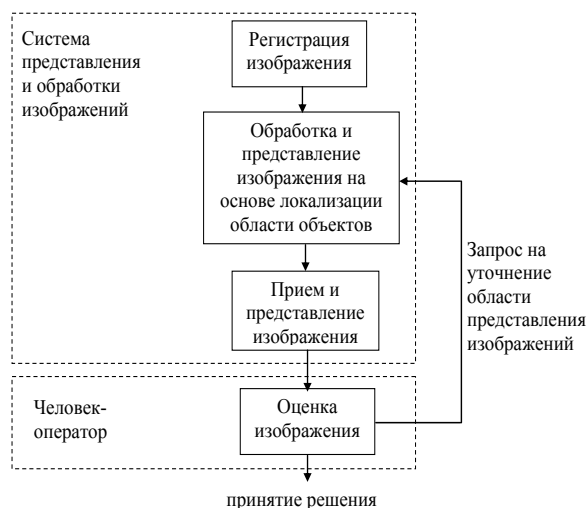


Рис. 1 Схематическая модель процесса обработки и оценки изображений

Поведение человека-оператора во многом зависит от структуры и характеристик изображения.

Оптический мониторинг проводится для выявления ситуаций определенной целевой задачи оценки обстановки и принятия решения [1].

На рис. 2 представлена модель оценки обстановки в процессе анализа изображений.

В процессе оценки обстановки:

- на первом этапе осуществляется восприятие информации. В процессе восприятия происходит обнаружение объектов и восприятие объектов;
- на втором этапе осуществляется оценка информации заключающаяся в идентификации объектов;
- на третьем этапе осуществляется принятие решения о наличии ситуации.

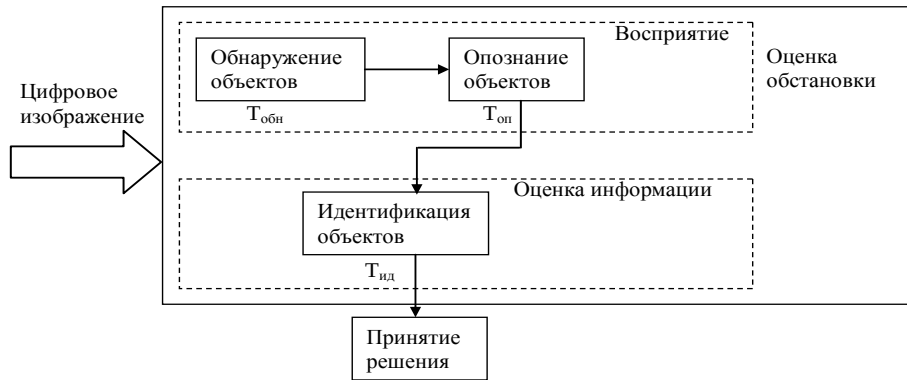


Рис. 2. Схематическая модель оценки обстановки

Если в изображении на момент представления объекты выделены, то время обнаружения объектов равно сумме времен обнаружения видимых объектов.

Если на момент представления произведена процедура выделения объектов, тогда значение количества деталей, сопоставимых с объектом N , будет равно числу выделенных объектов N_v , $N = N_v$.

Тогда можно записать:

$$T_{обн} = \sum_{i=1}^N \Delta t_{обнi}, \quad (1)$$

где $\Delta t_{обнi}$ – интервал времени обнаружения объекта оператором.

Если в изображении на момент представления объекты выделены, то время опознавания объектов равно сумме времени опознавания ($\Delta t_{опi}$) выделенных объектов.

Если $N = N_v$, тогда можно записать

$$T_{оп} = \sum_{i=1}^{N_v} \Delta t_{опi}. \quad (2)$$

Суммарное время оценки обстановки на основе анализа изображений можно записать:

$$T_{оцоб} = T_{обн} + T_{оп} + T_{ид}. \quad (3)$$

При оценке обстановки на основе анализа

изображений время обнаружения определяется количеством мелких деталей, близким по своим характеристикам к объектам обнаружения. Тогда можно записать, что

$$T_{обн} = \sum_{i=1}^N \Delta t_{обнi}. \quad (4)$$

Исходя из (4), можно сделать следующий вывод, что наличие большого числа мелких деталей в изображении значительно увеличивает время обнаружения объектов.

Время опознавания объектов можно записать в следующем виде:

$$T_{оп} = \sum_{i=1}^N \Delta t_{опi}. \quad (5)$$

Время идентификации состоит из суммы времен идентификации объектов ($\Delta t_{идi}$) из числа опознанных объектов:

$$T_{ид} = \sum_{j=1}^M \Delta t_{идj}.$$

Анализ выражений (1) – (5) показывает, что время оценки обстановки зависит от числа деталей изображения, близких к обнаруживаемым объектам.

На рис. 3 представлена модель прецедентов обработки изображений.

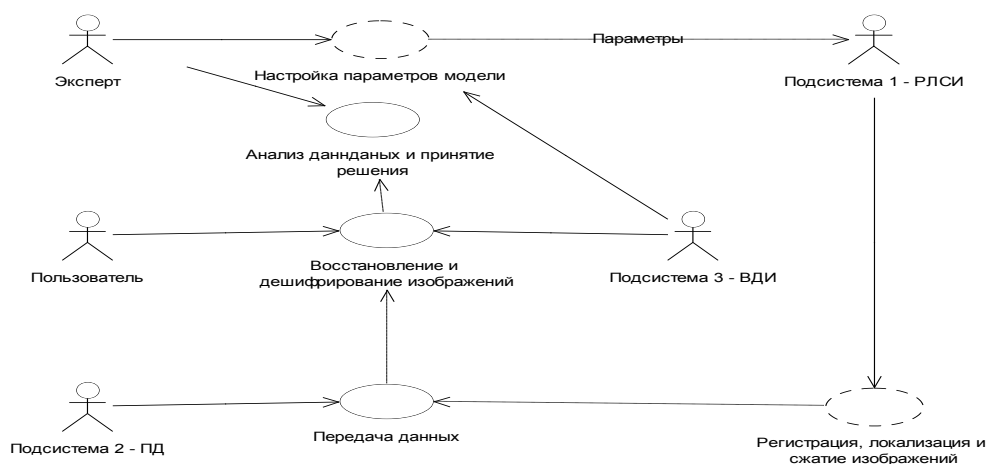


Рис. 3. Модель прецедентов обработки изображений

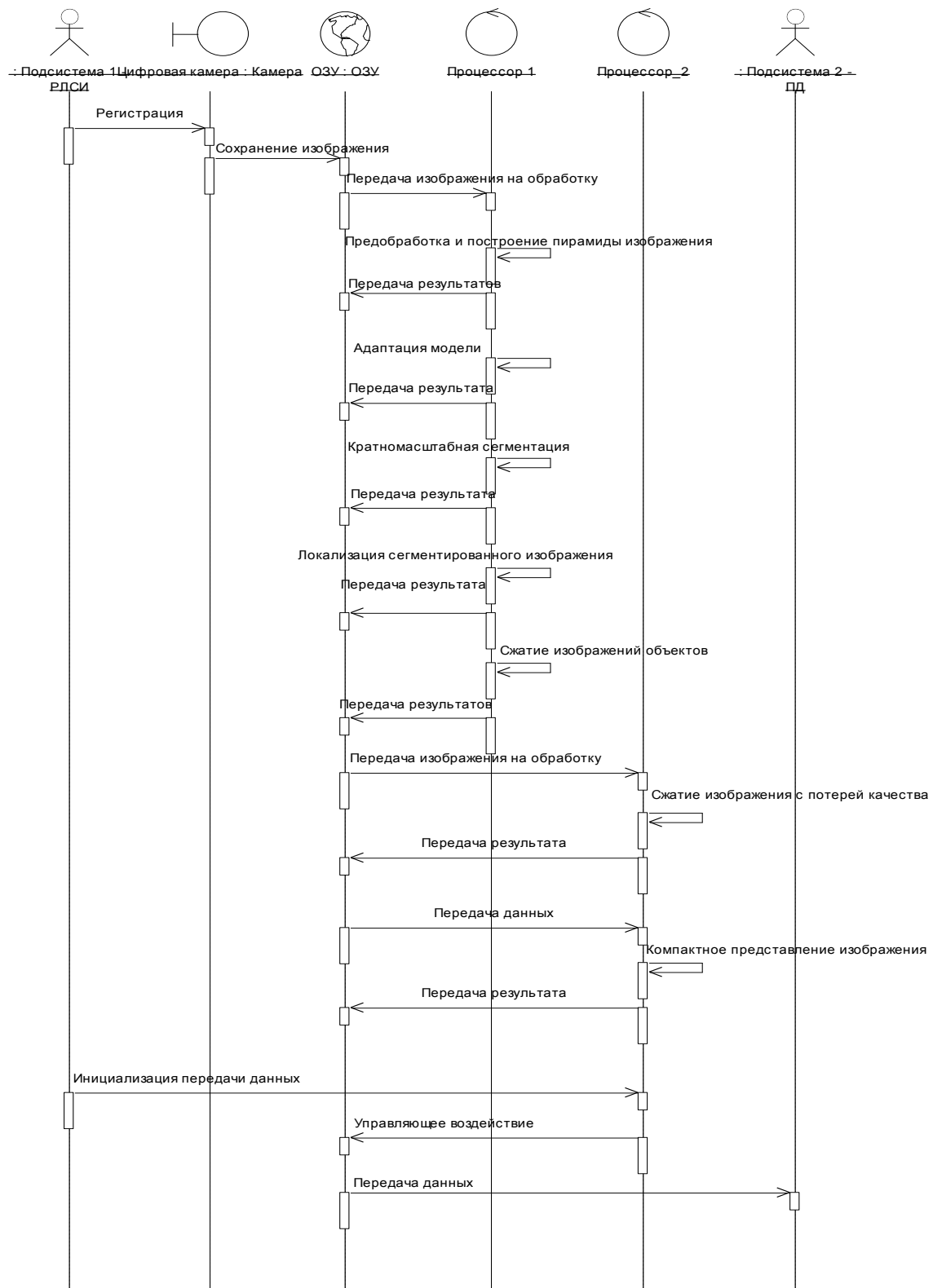


Рис. 4. Диаграмма последовательностей прецедента регистрации, локализации и сжатия изображений

Рассматриваемая модель состоит из следующих основных составляющих.

Эксперт, точнее комплекс программ экспертной системы (ЭС), работающий под управлением эксперта, служит для настройки параметров модели на объекты рассматриваемого класса в рамках выбранного приложения. Настройка производится пе-

ред началом эксплуатации системы; получаемые в рамках этого этапа результаты являются основой для решения задачи адаптации не только к особенностям объектов, но также к условиям получения снимков [3, 4].

Кроме того, ЭС служит для анализа получаемых данных (после восстановления и дешифрирова-

ния), для принятия решения о возможности передачи данных пользователю с целью их прикладного анализа: если данные признаются пригодными, тогда они передаются пользователю, а в противном случае (после корректировки параметров модели) – производится повторная обработка снимка (подсистемы 1 – 3),

Подсистема РЛСИ служит для последовательного выполнения одноименных операций: регистрации, локализации и сжатия изображений.

Подсистема ПД служит для передачи данных (сжатого изображения) между подсистемами РЛСИ и ВДИ.

Подсистема ВДИ служит для восстановления сжатого изображения и дешифрирования восстановленного изображения.

Пользователь – комплекс программ профильной обработки получаемых данных, работающий под управлением эксперта в предметной области.

Для целей работы основной интерес представляет подсистема РЛСИ, поэтому рассмотрим схему ее функционирования (рис. 4) детальнее.

В процессе функционирования подсистемы РЛСИ производится регистрация изображения; после полученное изображение сохраняется в оперативной памяти, и реализуются необходимые для целей локализации и сжатия этапы обработки изображения. Как видно из рисунка, в системе параллельно производится локализация и сжатие (без потери качества) областей локализации объектов и сжатие (с потерей качества) всего снимка. Затем реализуется процедура компактного представления изображений в результирующий файл, который передается по каналам связи подсистеме ВДИ.

Схема взаимодействия аппаратной части подсистемы РЛСИ при решении задач регистрации, локализации и сжатия изображений раскрывается на рис. 5.

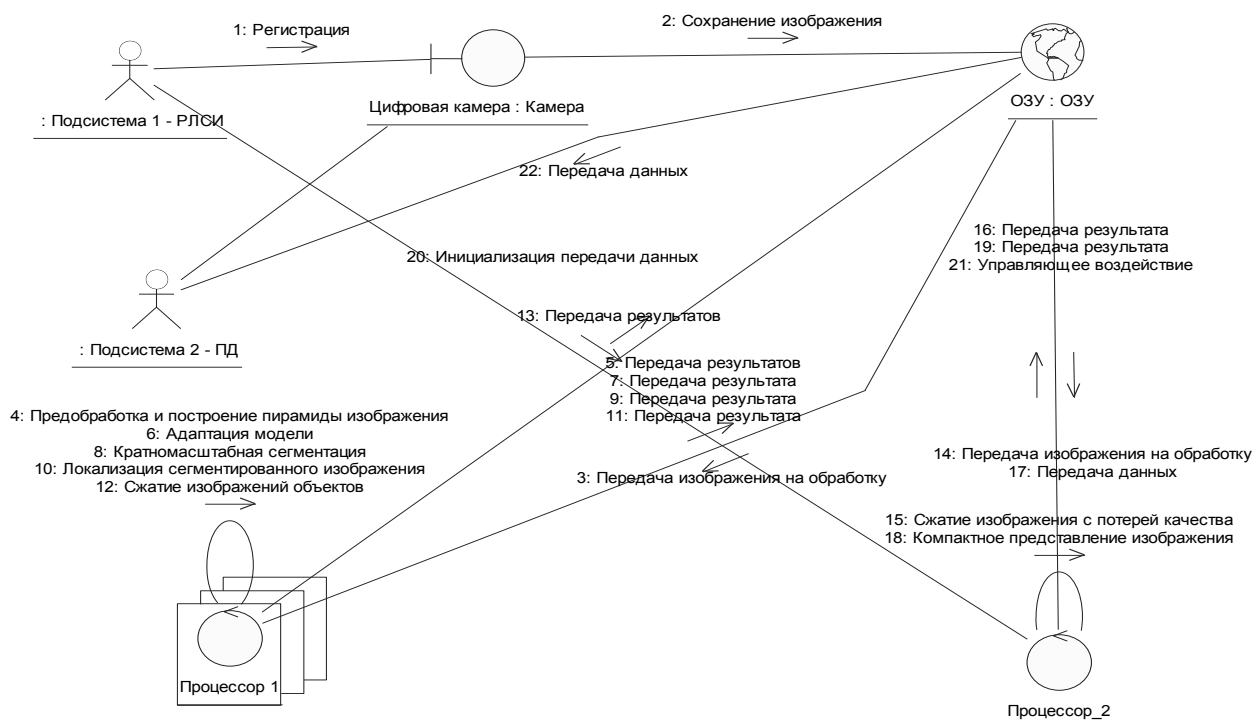


Рис. 5. Диаграмма связей прецедента регистрации, локализации и сжатия изображений

Одна из ключевых целей работы состоит в том, чтобы максимизировать вычислительную эффективность обнаружения объектов с целью минимизации задержек при подготовке изображения к сжатию, а в конечном итоге для обеспечения передачи и анализа видеоданных в реальном масштабе времени.

Время выполнения этапа «Обнаружение» характеризуется величиной порядка

$$T = (S \cdot \lambda) \cdot (C \cdot t) \rightarrow S \cdot t \leq T \leq 10 \cdot S \cdot t, (C \approx 100),$$

что составляет время выполнения максимально трудоемкого метода пороговой сегментации по контрастности (для маски радиуса 2), где C – трудоем-

кость, представленная числом операций сложения из расчета на один пиксель.

Время выполнения этапа «Сегментация» характеризуется величиной порядка

$$T = (S \cdot L) \cdot (C \cdot t) \rightarrow S \cdot t \leq T \leq 10 \cdot S \cdot t, (C \approx 100),$$

что составляет время выполнения максимально трудоемкого волнового метода.

Таким образом, в нормальных условиях (при выполнении введенных допущений) время КМС по порядку величины оценивается выражением

$$S \cdot t \leq T \leq 10 \cdot S \cdot t.$$

При этом для трудоемкости сегментации получаем семейство линейных временных зависимостей вида (рис. 6)

$$T_k(S) = k \cdot S \cdot t, \quad (k = 1, 2, 3, \dots, 10), \\ (5 \cdot 10^5 \leq S \leq 1 \cdot 10^7), \quad (t = P^{-1} = 1 \cdot 10^{-10}).$$

В реальных условиях трудоемкость возрастет в 2 – 3 раза; при анализе цветных (мультиспектральных) изображений трудоемкость возрастет пропорционально числу каналов; кроме того, в сложных условиях с ростом параметров (L, λ) трудоемкость сегментации может возрасти еще в несколько раз.

Однако характер зависимости все равно будет носить линейный характер.

Это означает, например, что в нормальных условиях цветной 10 Мп снимок будет обработан за следующее время:

$$T \approx 0,01 \cdot 2,5 \cdot 3 \approx 0,075.$$

При этом время анализа последовательности из 25 цветных кадров

$$T \approx 0,01 \cdot 2,5 \cdot 3 \cdot 25 \approx 1,875$$

что не превышает реального масштаба времени, ориентировочно, составляющего 3 с.).

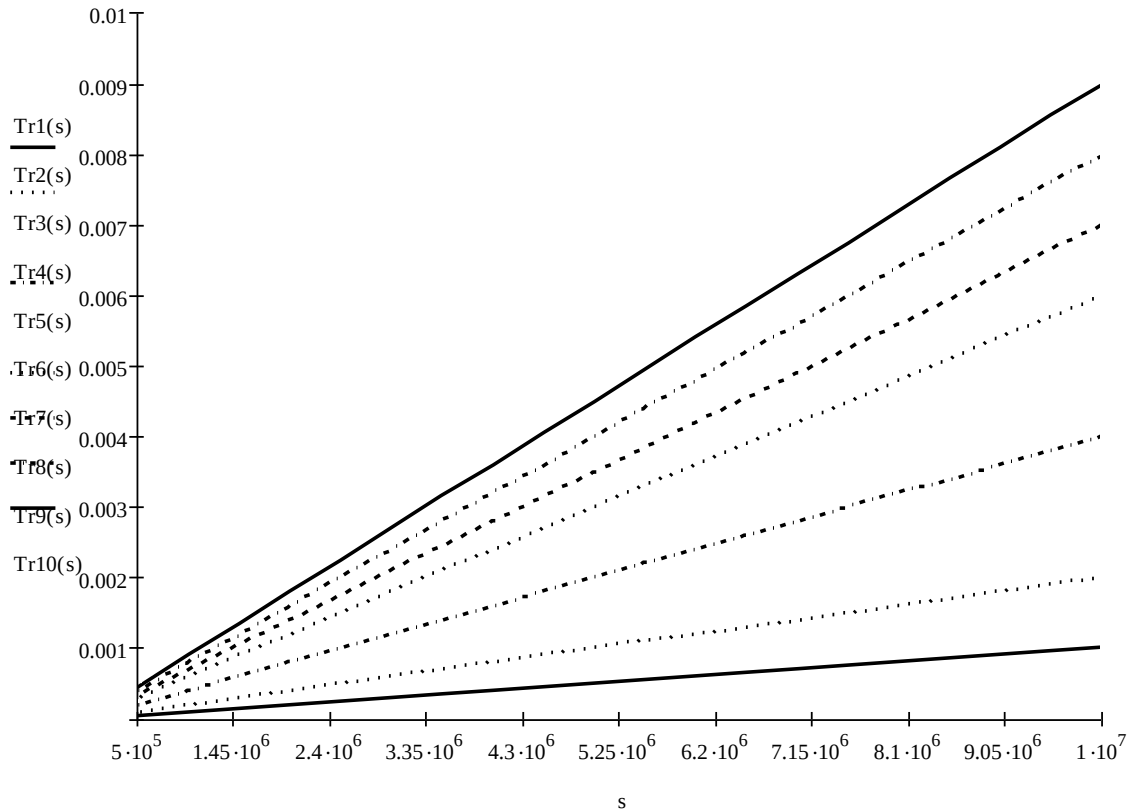


Рис. 6. Семейство оценок времени сегментации (в секундах) от площади снимка (в пикселях) при производительности $1 \cdot 10^{10}$ операций в секунду

Выводы

Предложенная модель оценки обстановки на основе анализа изображений позволяет нам реализовать подход объектно-ориентированного представления и обработки изображений и показывает, что использование данного подхода не только обеспечивает сжатие изображений, но и сокращает время оценки обстановки, что позволяет вести обработку в реальном масштабе времени.

Список литературы

1. Моніторинг надзвичайних ситуацій: Підручник / Ю.О. Абрамов, Є.М. Грінченко, О.Ю. Кірючки и др. – Х.: АЦЗУ, 2005. – 530 с.
2. Рубан И.В., Сумцов Д.В., Гладенко Н.И. Оценка характеристик обмена мультимедийной информацией в

корпоративных сетях. // *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – Х. – 2003. – № 3. – С. 177-179.

3. Ruban I.V., Smelyakov K.S., Smelyakova A.S., Tymochko A.I. Low Contrast Images Edge Detector // *Proc. of Int. Conf. EWDTW 06. – Sohci: Kharkov National University of Radioelectronics*, 2006. – P. 390-396.

4. Рубан И.В., Смеляков К.С., Шитова О.В. Сегментация границ в условиях низкой контрастности изображений // *Збірник наукових праць XV ПС. – Х.: ХУ ПС. – 2007. – Вип. 1 (13). – С. 75-78.*

Поступила в редколлегию 16.11.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.